

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-128794

(43)公開日 平成9年(1997)5月16日

(51)IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	7/135		G 1 1 B 7/135	Z
G 0 2 B	5/18		G 0 2 B 5/18	A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平7-283461

(22)出願日 平成7年(1995)10月31日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 森 和思

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72)発明者 田尻 敦志

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72)発明者 井上 泰明

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 鳥居 洋

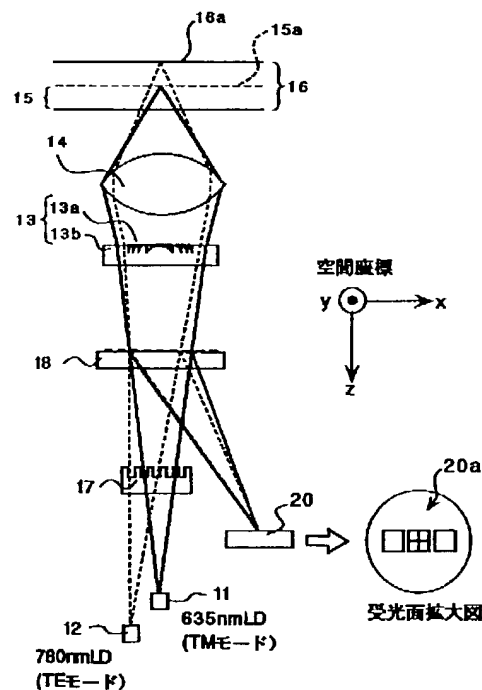
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ピックアップ並びに光ピックアップの光源位置設定方法

(57)【要約】

【課題】 波長が異なる光ビームの受光素子上のスポット位置を一致させることによって一つの受光素子を用いることができるようにする。

【解決手段】 波長が異なる光ビームを照射する二つの光源1、2と、光ビームを受光素子3の方向に回折させるホログラム素子4とを備え、波長の違いによる各光ビームの前記受光素子4上のスポット位置の違いがキャンセルされるように前記二つの光源1、2の配置関係が設定されている。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップにおいて、前記受光素子とその基板上に一組の受光部セットを備えるとともに、前記二つの光源からの各々の光ビームが前記回折素子にて前記一組の受光部セットに導かれるように前記二つの光源の配置関係が設定されていることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項2】 波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップにおいて、前記受光素子とその基板上に二組の受光部セットを備えるとともに、前記二つの光源からの各々の光ビームが前記回折素子にて前記二組の受光部セットにそれぞれ導かれるように前記二つの光源の配置関係が設定されていることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項3】 前記の回折素子が所定位置に設けられた短波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備えるとともに、短波長側の光源が前記所定位置に設けられ、長波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ピックアップ。

【請求項4】 前記の回折素子が所定位置に設けられた短波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備えるとともに、長波長側の光源が前記所定位置に設けられ、短波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ピックアップ。

【請求項5】 前記の回折素子が所定位置に設けられた長波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備えるとともに、短波長側の光源が前記所定位置に設けられ、長波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ピックアップ。

【請求項6】 前記の回折素子が所定位置に設けられた長波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパター

2

ンを備えるとともに、長波長側の光源が前記所定位置に設けられ、短波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ピックアップ。

【請求項7】 前記受光素子の受光面と前記回折素子の回折面とが略平行に設定されていることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の光ピックアップ。

【請求項8】 前記波長が互いに異なる光ビームは、互いに偏波方向も異なるようになっていることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の光ピックアップ。

【請求項9】 一方の偏波方向の光ビームに対してのみ3ビーム回折機能を呈する第1の偏波依存3ビーム用回折格子と、他方の偏波方向の光ビームに対してのみ3ビーム回折機能を呈する第2の偏波依存3ビーム用回折格子とを備えたことを特徴とする請求項8に記載の光ピックアップ。

【請求項10】 波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップにおいて、光源から出射される光ビームの光軸方向を $z$ 軸とし、この $z$ 軸と前記回折素子の回折方向とを含む面内にあり、回折素子の回折面上において前記 $z$ 軸に直交する方向を $x$ 軸とし、これら $x$ 軸と $z$ 軸の交点を原点 $(0, 0)$ 、回折素子を設計する上で基準とした設計光源位置を $(0, z_0)$ 、同光源位置に対応する設計回折光スポット位置を $(x_1, z_1)$ 、第1の光源位置を $(\delta_{x1}, z_0 + \delta_{z1})$ 、第2の光源位置を $(\delta_{x2}, z_0 + \delta_{z2})$ 、第1の光源の回折光スポット位置を $(x_1 + P_{x2}, z_1 + P_{z2})$ とし、第2の光源の回折光スポット位置を $(x_1 + P_{x2}, z_1 + P_{z2})$ とし、設計波長を $\lambda_0$ 、第1の光源の波長を $\lambda_1$ 、第2の光源の波長を $\lambda_2$ とすると、第 $i$ 光源の $x$ 方向ずらし量 $\delta_{xi}$ 、第 $i$ 光源の $z$ 方向ずらし量 $\delta_{zi}$ が、

【数1】

$$\delta_{xi} = [x_i(S_{wi} - z_i)A_{wi} + z_i(P_{xi} + g_i) - x_i P_{xi}] \frac{z_0 z_i}{(x_i^2 + z_i^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{zi} = [-\{3x_i^2 z_i + (z_i^2 - 2x_i^2)S_{wi}\}A_{wi} + z_i(x_i^2 + z_i^2) + 3x_i z_i(P_{xi} + g_i) + (z_i^2 - 2x_i^2)P_{xi}] \frac{z_0^2 z_i}{(x_i^2 + z_i^2)^{5/2}}$$

但し、 $i=1$  or  $2$

$$A_{wi} = \frac{\{x_i^2 + z_i^2 - (\lambda_i / \lambda_0)^2 x_i^2\} z_0}{(\lambda_0 / \lambda_i - 1)(x_i^2 + z_i^2)^{3/2} + z_0 z_i^2}$$

$$S_{wi} = \sqrt{(\lambda_0 / \lambda_i)^2 (x_i^2 + z_i^2) - x_i^2}$$

$$\begin{cases} g_1 = 0 \\ g_2 = g \end{cases}$$

を略満足するように設定されていることを特徴とする光ピックアップ。

【請求項11】 波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップの前記二つの光源

位置の設定方法であって、光源から出射される光ビームの光軸方向を $z$ 軸とし、この $z$ 軸と前記回折素子の回折方向とを含む面内にあり、回折素子の回折面上において前記 $z$ 軸に直交する方向を $x$ 軸とし、これら $x$ 軸と $z$ 軸の交点を原点 $(0, 0)$ 、回折素子を設定する上で基準とした設計光源位置を

$(0, z_0)$ 、同光源位置に対応する設計回折光スポット位置を $(x_1, z_1)$ 、第1の光源位置を $(\delta_{x1}, z_0 + \delta_{z1})$ 、第2の光源位置を $(\delta_{x2}, z_0 + \delta_{z2})$ 、第1の光源の回折光スポット位置を $(x_1 + P_{x2}, z_1 + P_{z2})$ とし、第2の光源の回折光スポット位置を $(x_1 + P_{x2}, z_1 + P_{z2})$ とし、設計波長を $\lambda_0$ 、第1の光源の波長を $\lambda_1$ 、第2の光源の波長を $\lambda_2$ とするとき、第 $i$ 光源の $x$ 方向ずらし量 $\delta_{xi}$ 、第 $i$ 光源の $z$ 方向ずらし量 $\delta_{zi}$ を、

【数2】

$$\delta_{xi} = [x_i(S_{wi} - z_i)A_{wi} + z_i(P_{xi} + g_i) - x_i P_{xi}] \frac{z_0 z_i}{(x_i^2 + z_i^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{zi} = [-\{3x_i^2 z_i + (z_i^2 - 2x_i^2)S_{wi}\}A_{wi} + z_i(x_i^2 + z_i^2) + 3x_i z_i(P_{xi} + g_i) + (z_i^2 - 2x_i^2)P_{xi}] \frac{z_0^2 z_i}{(x_i^2 + z_i^2)^{5/2}}$$

但し、 $i=1$  or  $2$

$$A_{wi} = \frac{\{x_i^2 + z_i^2 - (\lambda_i / \lambda_0)^2 x_i^2\} z_0}{(\lambda_0 / \lambda_i - 1)(x_i^2 + z_i^2)^{3/2} + z_0 z_i^2}$$

$$S_{wi} = \sqrt{(\lambda_0 / \lambda_i)^2 (x_i^2 + z_i^2) - x_i^2}$$

$$\begin{cases} g_1 = 0 \\ g_2 = g \end{cases}$$

を略満足するように設定することを特徴とする光ピックアップの光源位置設定方法。

【請求項12】 第1の光源及び第2の光源と回折格子間の光路が反射鏡により屈曲され、当該第1の光源位置及び第2の光源位置に対する前記反射鏡の反射面による鏡映像としての虚像光源位置が請求項10における第1の光源位置 $(\delta_{x1}, z_0 + \delta_{z1})$ 、第2の光源位置 $(\delta_{x2}, z_0 + \delta_{z2})$ をそれぞれ略充足するようになってい

【請求項13】 第1の光源及び第2の光源と回折格子間の光路が反射鏡により屈曲され、当該第1の光源位置及び第2の光源位置に対する前記反射鏡の反射面による鏡映像としての虚像光源位置が請求項11における第1の光源位置 $(\delta_{x1}, z_0 + \delta_{z1})$ 、第2の光源位置 $(\delta_{x2}, z_0 + \delta_{z2})$ を略充足させることを特徴とする光ピックアップの光源位置設定方法。

【請求項14】 前記二つの光源のうち長波長側の光源位置を短波長側の光源位置に対して前記受光素子よりも

反対側に位置させることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスク、光カード、或いは光磁気ディスクなどの情報記録媒体に記録される情報の再生または再生と記録を行う光ピックアップと光ピックアップの光源位置設定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、コンパクトディスクとデジタルビデオディスクとでは、ディスクを構成する透明基板の表面から記録層までの距離が、前者は1.2mm、後者は0.6mmというように互いに異なっている。そして、このように規格の異なる2種のディスクを単一の光ピックアップで再生する互換性の要求がある。

【0003】従来のこの種の互換性のある光ピックアップとして、二焦点光ヘッドが提案されている(1994年9月応用物理学学会学術講演会:19p-S4:19p-S-5参照)。この二焦点光ヘッドは、格子レンズにより、一つの光源からの光ビーム(635nm~650nm)を0次回折光(透過光)と1次回折光とに分離し、二つの焦点を同時に発生させる構成になっている。具体的には、図14に示すように、前記格子レンズ101には、光源105から出射されたハーフミラー106にて反射された光ビームをそのまま透過させる領域と、光ビームを広げる方向に回折させる領域とが形成されており、前記0.6mmのディスク102に対してはそのまま透過させた光ビーム(0次回折光)を用い、前記1.2mmのディスク103に対しては広がる方向に回折された光ビーム(1次回折光)を用いることで、対物レンズ104を経た光ビームの合焦点位置が異なるようになっている。なお、光ディスクにて反射された光は、ハーフミラー106を透過して受光素子107に入射される。

【0004】しかしながら、上記従来の光ピックアップでは、前記0.6mmのディスク102に対しては広がる方向に回折された光ビームは用いられず、また、前記1.2mmのディスク103に対してはそのまま透過された光ビームは用いられないことになるため、光ビームの利用効率が悪い。従って、高出力の光源(半導体レーザー)が必要になるという欠点がある。更に、635nm~650nm帯で発振する半導体レーザーは寿命が短く、特に高出力にするとより短くなるため、1.2mmのディスク103の再生時にも当該半導体レーザーを使うことになる従来の光ピックアップでは、十分な信頼性が確保できない。

【0005】また、前記1.2mmのディスク103がコンパクトディスクである場合、635nm~650nm帯で発振する半導体レーザーを用いて再生すると、コンパクトディスクは波長780nmのレーザー光に対して最

も収差が少なくなるように規格化されているため、波長が短い分だけ透明基板の屈折率が変化し、球面収差が発生しやすくなり、RF信号(ビット信号)のS/Nやサーボの信頼性を低下させる問題点も有している。

【0006】そこで、本願出願人は、上記の欠点を解消できる光ピックアップを考え、先に出願した。以下、この光ピックアップについて説明する。

【0007】図11(a)(b)は、本願出願人が先に出願した光ピックアップを示す概略断面図であり、同図(a)はディスク表面から記録層15aまでの距離が0.6mmである光ディスク15が用いられる場合を示し、同図(b)はディスク表面から記録層16aまでの距離が1.2mmである光ディスク16が用いられる場合を示している。

【0008】光ピックアップは、第1の光源11と第2の光源12の二つの光源を備えている。第1の光源11には635nm帯で発振する半導体レーザーが用いられ、第2の光源12には780nmで発振する半導体レーザーが用いられている。そして、前記第1の光源11である635nm帯で発振する半導体レーザーは、TMモード(例えば、少なくとも井戸層に引っ張り歪みをもつ量子井戸構造を有する活性層を備えるAlGaInP系半導体レーザーが挙げられる)で発振し、第2の光源12である780nm帯で発振する半導体レーザーは、TEモード(例えば、AlGaAs系の半導体レーザーが挙げられる)で発振するため、両光ビームの偏波方向は互いに異なる。また、これら両光源11、12は、図示しない駆動選択手段によってどちらかが選択的に駆動されるようになっている。更に、両光源11、12は、この実施の形態では、光ビームの光軸に平行な同一平面上に配置し、各光源への配線などが簡単に行えるようにしている。

【0009】図11中、X、Y及びZは偏波依存格子レンズ13のXカットLiNbO<sub>3</sub>基板の結晶軸を示している。基板主面に垂直な方向(光軸方向)がX軸であり、図の紙面に対して垂直な方向をY軸、上記X(軸)方向及びY(軸)方向に垂直な方向をZ軸としている。ここで、前記TMモードの第1の光源11は、その光ビームの偏波方向がY方向に一致するように配置され、前記TEモードの第2の光源12は、その光ビームの偏波方向がZ方向に一致するように配置される。

【0010】各光源11、12から出射された光ビームは、トラッキング制御用の3ビームを生じさせる3ビーム用の回折格子17、フォーカス制御用の非点収差光を生じさせるホログラム素子18、或る偏波方向の光ビームに対してのみレンズ機能を呈する偏波依存格子レンズ13、及び光ビームを集光させる対物レンズ14を透過して光ディスク15或いは光ディスク16の記録層15a、16aに集光される。そして、光ディスク15或いは光ディスク16の記録層15a、16aにて反射され

た反射光は、前記の対物レンズ14、偏波依存格子レンズ13を逆方向にたどり、前記のホログラム素子18に至る。そして、このホログラム素子18により、635nmの光ビームは回折されて第1受光素子120に導かれ、780nmの光ビームはより大きく回折されて第2受光素子121に導かれる。

【0011】前記の偏波依存格子レンズ13は、前記第1の光源11又は第2の光源12から出射された光ビームを入射し、偏波方向がY方向であるTMモードの第1の光源11の光ビームに対しては単なる透明板としての機能10を呈し、偏波方向がZ方向であるTEモードの第2の光源12の光ビームに対しては凹レンズ機能を呈するようにになっている。

【0012】ここで、図12に示すように、例えば、 $\text{LiNbO}_3$  結晶基板は、プロトン交換によって、プロトン交換前の屈折率分布に対して、 $n_e$  (図において、 $n_e$  はZ軸方向の屈折率であり、 $n_o$  はZ軸に直交する方向の屈折率)のみが増加する。また、光はその偏波した方向の屈折率に従う。

【0013】前記の偏波依存格子レンズ13は、前述のごとくXカットの $\text{LiNbO}_3$  結晶基板から成る。そして、図13(a)(b)にも示すように、上記のプロトン交換法によって前記Z方向にのみ屈折率変化(増加)が生起された第1領域13aと、プロトン交換が施されていない第2領域13bとを有する。前記第1領域13aは、凹レンズ機能を呈する格子パターンを有する。光ビームが偏波依存格子レンズ13を通るとき、Z軸に直交する方向に偏波した光ビーム(即ち、前記TMモードの635nm光ビーム)は、第1領域(プロトン交換領域)13aの存在を感じないため、偏波依存格子レンズ13を単に透過する。

【0014】このような構成であれば、図11(a)に示したごとく、635nmのTMモードの光ビームは、前記の偏波依存格子レンズ13を単に透過し、0.6mmの光ディスク15の記録層15a上に合焦されるのに対し、同図(b)に示したごとく、780nmのTEモードの光ビームは、前記の偏波依存格子レンズ13によって広がる方向に回折され、この回折によって、当該光ビームの仮想的な出射位置が対物レンズ14の側に近くなり、対物レンズ14による当該光ビームの焦点位置は、対物レンズ14から遠く方向に変移し、1.2mmの光ディスク16の記録層16a上に合焦され得ることになる。よって、これら2種類の光ディスク15、16に対して互換性のある光ピックアップが実現される。

【0015】また、第1の光源11と第2の光源12は、図示しない駆動選択手段によってどちらかが選択的に駆動され、一方の光源が駆動状態のときには、他方の光源は停止状態となる。従って、前記1.2mmのディスク16が使用されるときには、寿命の短い短波長の第1の光源11を停止状態とすることができるので、当該

第1の光源11の駆動時間が相対的に少なくなる分だけ光ピックアップの寿命は相対的に長くなる。また、光源11のビームについては偏波依存格子レンズ13によって回折しないので勿論のこと、光源12の光ビームについては偏波依存格子レンズ13の格子断面形状は光軸を中心とした径方向外側にのみ回折するようにブレース化されており、且つ偏波依存格子レンズ13の前記第1領域13aに入射するほぼ全ての光が回折するように十分な格子深さを有しているため、光源11、12から出射され対物レンズに入射された光ビームのほぼ全てが利用され得る。即ち、光ビームの利用効率が高いので光源11、12として低出力のものが使用可能になり、一層の長寿命化および低コスト化が図れる。

【0016】また、上記のように、二つの光源11、12の光ビームの偏波方向および波長を相互に相違させ、例えば、1.2mmの光ディスク16の再生時には780nm発振の第2の光源12を用い、前記偏波依存格子レンズ13が780nmの光ビームに対してのみ凹レンズ機能を呈するようにしておき、また、当該偏波依存格子レンズ13の前記第1領域13aの面積を制限し対物レンズ14位置での780nm回折光のビーム径を対物レンズ14の有効径よりも小さくすることにより、当該780nmの光ビームについて対物レンズ14の実効的な開口数(NA)を小さくでき、ディスク厚増加による球面収差の発生を防止してRF信号(ピット信号)のS/Nやサーボ信頼性を向上させることができる。さらに、前記1.2mmの光ディスク16がコンパクトディスクである場合、規格通りの波長のレーザ光(780nm)を用いることができるので、波長が異なることによる球面収差の増大を抑えることができ、RF信号(ピット信号)のS/Nやサーボ信号の信頼性を向上させることができる。なお、偏波依存格子レンズ13の $\text{LiNbO}_3$  基板はYカットのものでよく、その場合は、X軸を前記Y方向と一致するように偏波依存格子レンズ13を配置すればよい。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した光ピックアップにおいて、二つの光源11、12の発振波長の違いによる光ビーム回折角の相違は、光ディスク15或いは光ディスク16にて反射された光を受光素子120、121に導くホログラム素子18についても生じるため、前記の図11(a)(b)に示したように、635nm帯で発振する半導体レーザ11からの光ビームを受光する受光素子120と、780nm帯で発振する半導体レーザ12からの光ビームを受光する受光素子121の配置位置をずらす必要がある。このため、二つの受光素子120、121が必要となり、部品点数の増加および組立工数の増加を招き、光ピックアップが割高になるという欠点があった。

【0018】本発明は、上記の事情に鑑み、波長が互い

に異なる光ビームの受光素子上のスポット位置を近づける、或いは一致させることによって一つの受光素子を用いることができるようにした光ピックアップを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の光ピックアップは、波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップにおいて、前記受光素子がその基板上に一組の受光部セットを備えるとともに、前記二つの光源からの各々の光ビームが前記回折素子にて前記一組の受光部セットに導かれるように前記二つの光源の配置関係が設定されていることを特徴とする。

【0020】また、本発明の光ピックアップは、波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップにおいて、前記受光素子がその基板上に二組の受光部セットを備えるとともに、前記二つの光源からの各々の光ビームが前記回折素子にて前記二組の受光部セットにそれぞれ導かれるように前記二つの光源の配置関係が設定されていることを特徴とする。

【0021】これにより、受光素子としては前記の一組又は二組の受光部セットを有する受光素子一つ備えればよいので、部品点数の減少および組立工数の削減によって光ピックアップの低コスト化を図ることができる。

【0022】前記回折素子の設定および二つの光源の配置関係の設定の形態としては、以下の4つの形態が望ましい。

【0023】①前記の回折素子が所定位置に設けられた短波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備え、短波長側の光源が前記所定位置に設けられ、長波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられる形態。

【0024】②前記の回折素子が所定位置に設けられた短波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備え、長波長側の光源が前記所定位置に設けられ、短波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられる形態。

【0025】③前記の回折素子が所定位置に設けられた長波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備え、短波長側の光源が前記所定位置に設けられ、長波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられる形態。

【0026】④前記の回折素子が所定位置に設けられた長波長側の光源からの光ビームの波長に適合したパターンを備え、長波長側の光源が前記所定位置に設けられ、短波長側の光源が前記所定位置からずれて設けられる形態。

【0027】なお、短波長光源を用いる光ピックアップでは、比較的高精度な技術が要求されるため、短波長光

源を設計通りに配置する上記①の形態が最も望ましい。また、上記①～④の形態の他にも光源の配置形態があり、いずれの配置形態も光源から出射される光ビームの光軸方向を $z$ 軸とし、この $z$ 軸と前記回折素子の回折方向とを含む面内にあり、回折素子の回折面上において前記 $z$ 軸に直交する方向を $x$ 軸とし、これら $x$ 軸と $z$ 軸の交点を原点 $(0, 0)$ 、回折素子を設計する上で基準とした設計光源位置を $(0, z_0)$ 、同光源位置に対応する設計回折光スポット位置を $(x_1, z_1)$ 、第1の光源位置を $(\delta x_1, z_0 + \delta z_1)$ 、第2の光源位置を $(\delta x_2, z_0 + \delta z_2)$ 、第1の光源の回折光スポット位置を $(x_1 + P_{x2}, z_1 + P_{z2})$ とし、第2の光源の回折光スポット位置を $(x_1 + P_{x2}, z_1 + P_{z2})$ とし、設計波長を $\lambda_0$ 、第1の光源の波長を $\lambda_1$ 、第2の光源の波長を $\lambda_2$ のごとく定義するとき、前記の(数1)又は(数2)に示した数式を略満足させることにより簡単に配置寸法を算出することが出来る。

【0028】また、第1の光源及び第2の光源と回折格子間の光路が反射鏡により屈曲されるような場合には、当該第1の光源位置及び第2の光源位置に対する前記反射鏡の反射面による鏡映像としての虚像光源位置が前述の第1の光源位置 $(\delta x_1, z_0 + \delta z_1)$ 、第2の光源位置 $(\delta x_2, z_0 + \delta z_2)$ を略充足させるようにすればよい。

【0029】また、前記波長が互いに異なる光ビームは、互いに偏波方向も異なるようになっていてもよい。これにより、従来例の項目でも述べたように、或る偏波方向の光ビームに対してのみレンズ機能を呈する偏波依存格子レンズを用いることが可能になり、その機能を発揮させることによって、従来の単一光源互換性光ピックアップの欠点を解消することもできる。

【0030】また、上記のごとく互いに偏波方向も異なる場合において、一方の偏波方向の光ビームに対してのみ3ビーム回折機能を呈する第1の偏波依存3ビーム用回折格子と、他方の偏波方向の光ビームに対してのみ3ビーム回折機能を呈する第2の偏波依存3ビーム用回折格子とを備えてもよい。これにより、光ビームにおける3ビームスポットの主・副スポット間隔を光ビームの波長に応じて最適に設定できるので、前記受光素子の受光部セット上に3ビームスポットを正確に導くことが可能となり、3ビーム法を用いるトラッキング制御の信頼性を向上させることができる。又、波長が互いに異なる光ビームを照射する二つの光源と、光ビームを受光素子の方向に回折させる回折素子とを備えた光ピックアップにおいて、前記受光素子がその基板上に一組の受光部セットを備えると共に、前記二つの光源からの各々の光ビームが前記回折素子にて前記一組の受光部セットに導かれるように、前記二つの光源のうち長波長側の光源位置を短波長側の光源位置に対して前記受光素子よりも反対側に位置させるようにしてもよい。

## 【0031】

## 【発明の実施の形態】

(実施の形態1) 以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。なお、前記図11に示した部材と同一の機能を有する部材には同一の符号を付記している。

【0032】図1は、光ピックアップの概略断面図であり、図中の実線は、ディスク表面から記録層15aまでの距離が0.6mmである光ディスク15が用いられる場合の光ビームの経路を示し、図中の点線は、ディスク表面から記録層16aまでの距離が1.2mmである光ディスク16が用いられる場合の光ビームの経路を示している。

【0033】光ピックアップは、第1の光源11と第2の光源12の二つの光源を備えている。第1の光源11には635nm帯で発振する半導体レーザが用いられ、第2の光源12には780nm帯で発振する半導体レーザが用いられている。そして、前記第1の光源11である635nm帯で発振する半導体レーザは、この実施の形態では、TMモード（例えば、少なくとも井戸層に引っ張り歪みを持つ量子井戸構造を有する活性層を備えるAlGaInP系半導体レーザが挙げられる）で発振し、第2の光源12である780nm帯で発振する半導体レーザは、TEモード（例えば、AlGaAs系の半導体レーザが挙げられる）で発振するため、両光ビームの偏波方向は互いに異なる。また、これら両光源11、12は、図示しない駆動選択手段によって、どちらかが選択的に駆動されるようになっている。そして、両光源11、12は、互いにずれた位置に配置してある。配置位置の設定方法については後に詳しく述べる。

【0034】各光源11、12から出射された光ビームは、トラッキング制御用の3ビームを生じさせる3ビーム用回折格子17と、フォーカス制御用の非点収差光を生じさせるホログラム素子（回折素子）18、或る偏波方向の光ビームに対してのみ凹レンズ機能を呈するパターンを有する偏波依存格子レンズ13、及び光ビームを集光させる対物レンズ14を透過して光ディスク15或いは光ディスク16の記録層15a、16aに集光される。そして、光ディスク15或いは光ディスク16の記録層15a、16aにて反射された反射光は、前記の対物レンズ14、偏波依存格子レンズ13を逆方向にたどり、前記ホログラム素子18に至る。そして、このホログラム素子18により、光ビームはその波長に依存した角度で回折され、フォトダイオードから成る受光素子20に導かれる。

【0035】受光素子20は、この実施の形態では、その受光面をホログラム素子18のホログラム面と平行に位置させて配置されている。また、受光素子20は、同図の円枠部分において拡大して示しているように、6つの独立した受光部からなる一組の受光部セット20aを有している。即ち、トラッキング制御に3ビームスポッ

トを用いるときの受光素子としての一般的な受光部形状を有する。中央部の4分割受光部は、3ビームにおける主スポットを受け、その両隣の二つの受光部は、3ビームにおける二つの副スポットをそれぞれ受けることになる。

【0036】次に、第1の光源11と第2の光源12の配置の設定法について説明する。前記のホログラム素子18をどの光源に適合させて設計するかを考慮に入れる必要があり、第1の光源11と第2の光源12の配置の設定法としては、9つの形態が考えられ、この実施の形態では、以下の4つの形態について説明する。

【0037】図2(a)に示すように、ホログラム素子18が所定位置（図のS点）に設けた第1の光源11からの光ビームの波長（635nm）に適合したパターンを備える場合において、

①同図(b)に示すように、第1の光源11が前記所定位置（図のS点）に設けられ、第2の光源12が前記所定位置からずれた位置（図のS'点）に設けられる形態と、

②同図(c)に示すように、第2の光源12が前記所定位置（図のS点）に設けられ、第1の光源11が前記所定位置からずれた位置（図のS'点）に設けられる形態。

【0038】図3(a)に示すように、ホログラム素子18が所定位置（図のS点）に設けた第2の光源12からの光ビームの波長（780nm）に適合したパターンを備える場合において、

③同図(b)に示すように、第1の光源11が前記所定位置（図のS点）に設けられ、第2の光源12が前記所定位置からずれた位置（図のS'点）に設けられる形態と、

④同図(c)に示すように、第2の光源12が前記所定位置（図のS点）に設けられ、第1の光源11が前記所定位置からずれた位置（図のS'点）に設けられる形態。

【0039】図4は、二つの光源位置（S、S'）と、各光源からの光ビームの回折スポット位置（P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>）との関係を示した図である。光源位置Sから出射される光ビームの光軸方向にz軸を、このz軸と前記ホログラム素子18の回折方向とを含む面内にあり、ホログラム素子18のホログラム面上において前記z軸に直交する方向にx軸をそれぞれ設け、これらx軸とz軸の交点を原点O（0、0）としている。また、光源位置Sに対する光源位置S'のx軸方向のずらし量を $\delta x$ とし、光源位置Sに対する光源位置S'のz軸方向のずらし量を $\delta z$ として示している。また、図中のgは、回折スポット位置をP<sub>1</sub>とP<sub>2</sub>の二つとしたときのx軸方向の距離を示すものである。この実施の形態のように、波長が互いに異なる二つの光ビームの各々の回折スポットを一つの受光部セット20aに収束させる場合には、前

記 $g$ を0とすればよい。

【0040】ここで、或る波長の光ビームについて設計したホログラム素子に当該波長の光ビームを入射したときの回折光スポット位置（以下、設計スポット位置という）と、前記ホログラム素子に異なる波長の光ビームを入射したときに形成される回折光スポット位置の前記設計スポット位置からの $x$ 方向のずれ量を $\delta x_w$ 、 $z$ 方向のずれ量を $\delta z_w$ とする。 $\delta x_w$ および $\delta z_w$ については、設計基準とした波長と異なる波長の光ビームを出射する光源を実際に用いることによって実験的に求めることができる。

【0041】一方、光源位置が異なることによる回折光スポット位置の設計位置からのずれは、光源位置が $x$ 方向に $\delta x$ ずれたとき、 $x$ 方向には $a_1 \cdot \delta x$ 、 $z$ 方向には $a_3 \cdot \delta x$ だけずれ、光源位置が $z$ 方向に $\delta z$ ずれたとき、 $x$ 方向には $a_2 \cdot \delta z$ 、 $z$ 方向には $a_4 \cdot \delta z$ だけずれることになる。

【0042】従って、光源位置が $x$ 方向及び $z$ 方向にず\*

\*れたとき、回折光スポット位置の設計位置からのずれ量は、 $x$ 方向については以下の数式1、 $z$ 方向については以下の数式2から導き出せる。

【0043】

【数3】 $a_1 \cdot \delta x + a_2 \cdot \delta z$  ……数式1

$a_3 \cdot \delta x + a_4 \cdot \delta z$  ……数式2

【0044】なお、前記係数 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ は、光源位置のずれ量と回折光スポット位置変化の関係を測定することによって実験的に求めることができる。

【0045】以下の表1には、試作した20種類のホログラム素子について、実験的に求めた $\delta x_w$ 、 $\delta z_w$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ の値が列記されている。なお、この場合も、ホログラム素子の設計波長 $\lambda_0$ は短波長635nm、もう一方の波長 $\lambda_1$ は長波長780nmとした。

【0046】

【表1】

No.	$z_0(\mu m)$	$x_1(\mu m)$	$z_1(\mu m)$	$\delta x_w(\mu m)$	$\delta z_w(\mu m)$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
1	5000	1000	3000	85	-426	0.492	0.141	-0.632	0.422
2	5000	1000	4500	189	-200	0.831	0.193	-0.615	0.871
3	5000	1000	6000	284	229	1.15	0.250	-0.608	1.50
4	5000	1000	7500	389	939	1.46	0.308	-0.605	2.31
5	5000	1000	9000	508	2011	1.77	0.367	-0.604	3.30
6	5000	2000	3000	-81	-938	0.0801	0.417	-1.44	0.625
7	5000	2000	4500	304	-497	0.596	0.472	-1.31	1.06
8	5000	2000	6000	554	59	0.984	0.562	-1.26	1.69
9	5000	2000	7500	790	862	1.33	0.665	-1.24	2.49
10	5000	2000	9000	1045	2014	1.66	0.774	-1.23	3.48
11	7000	1000	3000	41	-532	0.351	0.0717	-0.452	0.215
12	7000	1000	4500	119	-454	0.593	0.0987	-0.439	0.444
13	7000	1000	6000	182	-267	0.821	0.128	-0.434	0.766
14	7000	1000	7500	246	72	1.04	0.157	-0.432	1.18
15	7000	1000	9000	313	594	1.26	0.187	-0.431	1.68
16	7000	2000	3000	-204	-1071	0.0572	0.213	-1.03	0.319
17	7000	2000	4500	133	-794	0.426	0.241	-0.938	0.542
18	7000	2000	6000	320	-497	0.723	0.287	-0.904	0.860
19	7000	2000	7500	474	-86	0.951	0.339	-0.887	1.27
20	7000	2000	9000	624	491	1.19	0.395	-0.878	1.78

【0047】さて、以上に述べた諸事項に基づいて図4に示した光学配置を実現するためには、次の関係が成り立つ必要がある。

※

$$\delta x_w + s(a_1 \cdot \delta x + a_2 \cdot \delta z) = u g \quad \text{……数式3}$$

$$\delta z_w + s(a_3 \cdot \delta x + a_4 \cdot \delta z) = 0 \quad \text{……数式4}$$

【0049】なお、数式3、4において、前述した①及び②の配置形態（第1の光源の波長でホログラム素子の設計を行う形態）の場合には、 $u=1$ とされ、前述した③及び④の配置形態（第2の光源の波長でホログラム素子の設計を行う形態）の場合には、 $u=-1$ とされる。又、前述した②及び③の配置形態（二つの光源のうちホログラム素子の設計の基準とされた波長の光ビームを出射する光源の位置をずらす形態）の場合には、 $s=-1$ とされ、前述した①及び④の配置形態（二つの光源のうちホログラム素子の設計の基準とされた波長の光ビーム★50

※【0048】

【数4】

★を出射する光源とは異なる光源の位置をずらす形態）の場合には、 $s=1$ とされる。二つの光源をともにずらすときには、左辺第2項をそれぞれの光源に対して記述した式を用いればよいが、二つの光源をともにずらすことにはあまり意味はない。

【0050】前記の数式3、数式4を用いて $\delta x$ 及び $\delta z$ を求めると、以下の数式5及び数式6のごとくなる。

【0051】

【数5】



15

$$\delta x = \{a_4 (ug - \delta xw) + a_2 \delta zw\} / s (a_1 a_4 - a_2 a_3)$$

.....数式5

$$\delta z = -\{a_3 (ug - \delta xw) + a_1 \delta zw\} / s (a_1 a_4 - a_2 a_3)$$

.....数式6

【0052】実験的に求めた上記の $\delta xw$ 、 $\delta zw$ 、及び $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ の具体的数値を上記の数式5及び数式6に入れることによって光源の位置ずらし量 $\delta x$ 、 $\delta z$ が導き出される。また、この実施の形態では、波長が互いに異なる二つの光ビームの各々の回折スポットを同一箇所に収束させて一つの受光部セット20aに導くので、 $g=0$ として計算する。表1の具体的数値に基づいて $\delta x$ 及び $\delta y$ を求めたので、以下の表2に示す。

【0053】

【表2】

光源移動量 ( $g=0 \mu m$ )

No.	$\delta x$	$\delta z$
1	-323	524
2	-241	60
3	-197	-233
4	-171	-451
5	-155	-638
6	-523	294
7	-445	-82
8	-380	-320
9	-337	-513
10	-309	-687
11	-434	1560
12	-318	708
13	-254	204
14	-215	-139
15	-189	-401
16	-685	1144
17	-577	468
18	-484	70
19	-418	-224
20	-372	-460

20

30

\*

$$\delta x = s \{x_1 \{ \sqrt{(\lambda_0 / \lambda_1)^2 (x_1^2 + z_1^2) - x_1^2} - z_1 \} Aw + ug z_1 \} \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}} \quad \text{数式7}$$

$$\delta z = s \{ -\{ 3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) \sqrt{(\lambda_0 / \lambda_1)^2 (x_1^2 + z_1^2) - x_1^2} \} Aw$$

$$+ z_1 (x_1^2 + z_1^2 + 3x_1 ug) \} \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}} \quad \text{数式8}$$

ここで、

$$Aw = \frac{\{x_1^2 + z_1^2 - (\lambda_1 / \lambda_0)^2 x_1^2\} z_0}{(\lambda_0 / \lambda_1 - 1) (x_1^2 + z_1^2)^{3/2} + z_0 z_1^2}$$

 $\lambda_0$ : ホログラム素子を設計する上で基準とした波長 $\lambda_1$ : 他の波長

【0057】以上説明したように、この実施の形態で

は、一組の受光部セット20aを有した受光素子20を一つ備えればよいので、部品点数の減少および組立工数の削減を図ることができる。また、一組の受光部セット20aを有した受光素子20は通常の1光源方式に用いられるものをそのまま用いることができるので、新たに受光素子20を設計製造するコストを省くことができ

※る。

【0058】ここで、光ビームの波長の違いに起因する回折角の相違は、前述した3ビーム法においてトラッキング制御の精度を担う3ビーム用回折格子17についても生じる。従って、3ビーム用回折格子17を、例えば780nmの光に適合させて形成し、780nmの光の回折スポットが受光部セット20aの各受光部上に丁度

※50

17

位置するように設定した場合、635nmの光の回折スポットが受光部セット20aの両端の受光部上からはみ出るおそれがある。

【0059】そこで、前記第1の光源11がTMモードで発振し、第2の光源12がTEモードで発振し、両光ビームの偏波方向は互いに異なることを利用し、前記TMモードの光ビームに対してのみ3ビーム回折機能を呈する第1の偏波依存3ビーム用回折格子と、TEモードの光ビームに対してのみ3ビーム回折機能を呈する第2の偏波依存3ビーム用回折格子とを備えることにより、635nmの光の回折スポットが受光部セット20aの両端の受光部上からはみ出ないように光ピックアップを構成するようにしてもよい。

【0060】例えば、LiNbO<sub>3</sub>結晶基板は、従来例の項目で既に説明したように、プロトン交換によって、プロトン交換前の屈折率分布に対して、Z方向（結晶軸上の方向）の屈折率のみが増加する。そして、光ビームはその偏波した方向の屈折率に従う。なお、一般に、異方性結晶をイオン交換すると、一方向のみに屈折率が変化する。

【0061】そして、前記第1の光源11のTMモードの光ビームの偏波方向を、図1のy方向に一致させ、前記第2の光源12のTEモードの光ビームの偏波方向を、x方向に一致させておくとともに、635nmのTMモードの光ビームに対して回折格子として機能すべき第1の偏波依存3ビーム用回折格子は、前記屈折率が増加する方向（Z軸）を図1のy方向に一致させ、当該y方向に長いプロトン交換線状部分を所定ピッチで形成し、780nmのTEモードの光ビームに対して回折格子として機能すべき第1の偏波依存3ビーム用回折格子は、前記屈折率が増加する方向（Z軸）を図1のx方向に一致させ、図1のy方向に長いプロトン交換線状部分を所定ピッチで形成すればよい。

【0062】なお、プロトン交換は、以下のように行うことができる。例えば、Xカット（又はYカット）LiNbO<sub>3</sub>結晶基板上に、Ta（タンタル）膜を300～1000Åの厚みで蒸着した後、Ta膜上にフォトリソグラフィの手法により、フォトリソをパターンニングし、プロトン交換線状部分に対応した開口部を形成し、当該部分のTa膜を露出させる。Ta膜の露出部分をフッ素系ガスを用いてドライエッチングにより除去し、当該部分のLiNbO<sub>3</sub>結晶基板の表面を露出させる。その後、フォトリソを除去する。次に、Ta膜上にピロリン酸膜を塗布し、Ta膜の開口部において露出しているLiNbO<sub>3</sub>結晶基板の部分についてプロトン交換を行う。その後、Ta膜をフッ酸系水溶液にて除去する。

【0063】LiNbO<sub>3</sub>結晶基板に限らず、LiTaO<sub>3</sub>結晶板などを用いることができる。また、イオン交

18

換法を用いることもできる。また、プロトン交換にはピロリン酸の他に安息香酸などを用いることもできる。

【0064】（実施の形態2）次に、この発明の他の実施の形態の光ピックアップを図6及び図7に基づいて説明する。なお、説明の便宜上、実施の形態1と同一の機能を有する部材には同一の符号を付記してその説明を省略している。

【0065】図6に示すように、この実施の形態の受光素子21は、図の円枠部分において拡大して示しているように、一つの基板上に、それぞれが6つの独立した受光部からなる受光部セット21a、21bを、ホログラム素子18の回折角の変化による回折スポットの移動方向に並べて設けている。

【0066】従って、この実施の形態では、波長が互いに異なる二つの光ビームの各々の回折スポットを近接させた箇所に収束させることになる。

【0067】前述した数式5及び数式6において、 $g=300\mu\text{m}$ とし、前述の表1に示した $\delta x w$ 、 $\delta z w$ 、及び $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ により、20種のホログラム素子の各々について、 $\delta x$ 及び $\delta y$ を求めたので、以下の表3に示す。

【0068】

【表3】

光源移動量 ( $g=300\mu\text{m}$ )

No.	$\delta x$	$\delta z$
1	104	1165
2	69	279
3	43	-135
4	24	-400
5	9	-608
6	-235	959
7	-191	232
8	-167	-160
9	-156	-424
10	-154	-632
11	164	2815
12	117	1137
13	82	395
14	58	-39
15	40	-342
16	-282	2446
17	-221	1084
18	-185	383
19	-166	-48
20	-155	-353

【0069】図7は、横軸に $\delta x$  ( $\mu\text{m}$ )をとり、縦軸に $\delta z$  ( $\mu\text{m}$ )をとった座標上に、表3の値に基づく点 ( $\delta x$ 、 $\delta z$ )を表記したプロット図である。

【0070】以上説明したように、この実施の形態では、二つの受光部セット21a、21bを備えるものの、これらは一つの基板上に形成されて一つの受光素子21を成すものであり、このように、一つの受光素子21を備えるだけでよいから、実施の形態1と同様、部品点数の減少および組立工数の削減を図ることができる。

一方、実施の形態1と異なり、二つの受光部セット21

a, 21bを有するから、3ビーム法を用いる場合において、受光部セット21aの両端の受光部を、780nmの光ビームから形成される3ビームの主スポット及びこれを挟む二つの副スポットの間隔に対応させ、受光部セット21bの両端の受光部を、635nmの光ビームから形成される3ビームの主スポット及びこれを挟む二つの副スポットの間隔に対応させることが可能となる。

【0071】(実施の形態3)この実施の形態では、9通りある光学系の設定が簡易に行える方法について説明する。

【0072】上記9通りの設定方法としては、

①第1の光源( $\lambda_1$ )でホログラム素子を設計し、第2の光源( $\lambda_2$ )だけを動かす。

②第1の光源( $\lambda_1$ )でホログラム素子を設計し、第1の光源( $\lambda_1$ )だけを動かす

③第1の光源( $\lambda_1$ )でホログラム素子を設計し、第1の光源( $\lambda_1$ )と第2の光源( $\lambda_2$ )の両方を動かす。

④第2の光源( $\lambda_2$ )でホログラム素子を設計し、第2の光源( $\lambda_2$ )だけを動かす

⑤第2の光源( $\lambda_2$ )でホログラム素子を設計し、第1の光源( $\lambda_1$ )だけを動かす。

⑥第2の光源( $\lambda_2$ )でホログラム素子を設計し、第1の光源( $\lambda_1$ )と第2の光源( $\lambda_2$ )の両方を動かす。

⑦第1の光源( $\lambda_1$ )及び第2の光源( $\lambda_2$ )以外でホログラム素子を設計し、第2の光源( $\lambda_2$ )だけを動かす。

⑧第1の光源( $\lambda_1$ )及び第2の光源( $\lambda_2$ )以外でホログラム素子を設計し、第1の光源( $\lambda_1$ )だけを動かす

⑨第1の光源( $\lambda_1$ )及び第2の光源( $\lambda_2$ )以外でホログラム素子を設計し、第1の光源( $\lambda_1$ )と第2の光源( $\lambda_2$ )の両方を動かす。

【0073】以下、上記9通りの設定方法を具体的に述べる。図8、図9において、光源の位置をS、回折光スポット位置をPで表し、ホログラムのパターン設計に用いた所定位置に添字0、第1の光源に係わる点に添字1及び第2の光源に係わる点に添字2を付すものとする。

【0074】図8(a)に示すように、ホログラム素子18が所定光源位置 $S_0$ に設けた第1の光源11からの光ビームの波長(635nm)に対して所定回折光スポット位置 $P_0$ に回折光スポット $P_1$ を形成するようなパターンを備え、前記所定光源位置 $S_0$ に配置した第2の光源12からの光ビームの波長(780nm)に対して前記ホログラム素子18が $P_0$ とは異なる点 $P_2$ に回折光スポットを形成する場合において、

①図9(a)に示すように、第1の光源11が前記所定位置 $S_0$ に設けられ、第2の光源12が前記所定位置からずれた位置 $S_2$ に設けられる形態と、

②図9(b)に示すように、第2の光源12が前記所定位置 $S_0$ に設けられ、第1の光源11が前記所定位置か

らずれた位置 $S_1$ に設けられる形態と、

③図9(c)に示すように、第1の光源11と第2の光源12が共に前記所定位置 $S_0$ からずれた位置 $S_1$ 及び $S_2$ に設けられる形態。

【0075】図8(b)に示すように、ホログラム素子18が所定光源位置 $S_0$ に設けた第2の光源12からの光ビームの波長(780nm)に対して所定回折光スポット位置 $P_0$ に回折光スポット $P_2$ を形成するようなパターンを備え、前記所定光源位置 $S_0$ に配置した第1の光源11からの光ビームの波長(635nm)に対して前記ホログラム素子18が $P_0$ とは異なる点 $P_1$ に回折光スポットを形成する場合において、

④前記①と同様な配置にする形態(図9(a))と、

⑤前記②と同様な配置にする形態(図9(b))と、

⑥前記③と同様な配置にする形態(図9(c))。

【0076】図8(c)に示すように、ホログラム素子18が所定光源位置 $S_0$ に設けた第3の仮想光源からの光ビームの波長(635nm、780nm以外)に対して所定回折光スポット位置 $P_0$ に回折光スポット $P_3$ を形成するようなパターンを備え、前記所定光源位置 $S_0$ に配置した第1の光源11からの光ビームの波長(635nm)及び同じく $S_0$ に配置した第2の光源12からの光ビームの波長(780nm)に対して、前記ホログラム素子18がそれぞれ $P_0$ とは異なる点 $P_1$ 及び $P_2$ に回折光スポットを形成する場合において、

⑦前記①と同様な配置にする形態(図9(a))と、

⑧前記②と同様な配置にする形態(図9(b))と、

⑨前記③と同様な配置にする形態(図9(c))。

【0077】なお、⑨の場合、回折光スポット $P_4$ は図8(c)の点 $P_3$ ( $P_0$ )と一致してもよい。また、①乃至⑨の差異は、設計からの波長のずれや位置ずれにより発生する若干の取差をどのように分配するかのみであり、実用上大きな差はない。

【0078】次に、図10に示した位置関係を満たすための条件について説明するとともに、前記①～⑨の形態の全てに適用可能な第1、第2光源位置の算出式を示し、更に各形態ごとの算出式を示す。

【0079】なお、以下においては、次のように定義された記号を用いる。

$\lambda_0$ ・・・設計波長(ホログラム素子を設計する上で基準とした波長)

$\lambda_1$ ・・・第1の光源の波長

$\lambda_2$ ・・・第2の光源の波長

$S_0$ (0,  $z_0$ )・・・設計光源位置

$P_0$ ( $x_1$ ,  $z_1$ )・・・設計回折光スポット位置

$S_1$ ・・・第1の光源の移動後の位置

$S_2$ ・・・第2の光源の移動後の位置

$P_1$ ・・・第1の光源を移動した後の回折光スポットの位置

$P_2$ ・・・第2の光源を移動した後の回折光スポットの

## 位置

$\delta x_1$  . . . 第1の光源の $S_0$ からのx方向の移動量  
 $\delta x_2$  . . . 第2の光源の $S_0$ からのx方向の移動量  
 $\delta z_1$  . . . 第1の光源の $S_0$ からのz方向の移動量  
 $\delta z_2$  . . . 第2の光源の $S_0$ からのz方向の移動量  
 $\alpha_1$  . . . 光源をx方向に動かしたことによる回折光スポットのx方向の位置変化  
 $\alpha_2$  . . . 光源をz方向に動かしたことによる回折光スポットのx方向の位置変化  
 $\alpha_3$  . . . 光源をx方向に動かしたことによる回折光スポットのz方向の位置変化  
 $\alpha_4$  . . . 光源をz方向に動かしたことによる回折光スポットのz方向の位置変化  
 $\delta x_{w1}$  . . . 第1の光源の波長が設計値からずれていることによる回折光スポットの $P_0$ からのx方向の位置変化量  
 $\delta z_{w1}$  . . . 第1の光源の波長が設計値からずれていることによる回折光スポットの $P_0$ からのz方向の位置\*

## \*変化量

$\delta x_{w2}$  . . . 第2の光源の波長が設計値からずれていることによる回折光スポットの $P_0$ からのx方向の位置変化量  
 $\delta z_{w2}$  . . . 第2の光源の波長が設計値からずれていることによる回折光スポットの $P_0$ からのz方向の位置変化量  
 $\Gamma_1$  . . . 第1の光源の光ビームの回折光スポット位置の $P_0$ を基準とした位置ベクトル  
 $\Gamma_2$  . . . 第2の光源の光ビームの回折光スポット位置の $P_0$ を基準とした位置ベクトル  
 $G$  . . . 第1の光源の光ビームの回折光スポット位置 $P_1$ を基準としたx方向所定間隔を示す位置ベクトル。  
 【0080】図10に示した位置関係を満たすための条件は、  
 【0081】  
 【数7】

$$\Gamma_1 = \Gamma_2 - G \quad (1)$$

即ち

$$\begin{cases} P_{x1} - P_{x2} - g & \text{--- (2)} \\ P_{z1} - P_{z2} & \text{--- (3)} \end{cases}$$

ところで、

$$P_{x1} = \delta x_{w1} + (\alpha_1 \delta x_1 + \alpha_2 \delta z_1) \quad (4)$$

$$P_{z1} = \delta z_{w1} + (\alpha_3 \delta x_1 + \alpha_4 \delta z_1) \quad (5)$$

$$P_{x2} = \delta x_{w2} + (\alpha_1 \delta x_2 + \alpha_2 \delta z_2) \quad (6)$$

$$P_{z2} = \delta z_{w2} + (\alpha_3 \delta x_2 + \alpha_4 \delta z_2) \quad (7)$$

【0082】であるので、(2)、(3)式に(4)～(7)式を代入すると、

※ 【数8】

$$\begin{cases} P_{x1} = \delta x_{w1} + (\alpha_1 \delta x_1 + \alpha_2 \delta z_1) = \delta x_{w2} + (\alpha_1 \delta x_2 + \alpha_2 \delta z_2) - g & \text{--- (8)} \\ P_{z1} = \delta z_{w1} + (\alpha_3 \delta x_1 + \alpha_4 \delta z_1) = \delta z_{w2} + (\alpha_3 \delta x_2 + \alpha_4 \delta z_2) & \text{--- (9)} \end{cases}$$

【0084】となり、(8)、(9)式を更に変形する ★ 【0085】  
と、第1の光源に対して、次の式が得られる。 ★ 【数9】

$$\delta x_1 = \frac{\alpha_4(P_{x1} - \delta x_{w1}) - \alpha_2(P_{z1} - \delta z_{w1})}{\alpha_1 \alpha_4 - \alpha_2 \alpha_3} \quad (10)$$

$$\delta z_1 = -\frac{\alpha_3(P_{x1} - \delta x_{w1}) - \alpha_1(P_{z1} - \delta z_{w1})}{\alpha_1 \alpha_4 - \alpha_2 \alpha_3} \quad (11)$$

【0086】また、第2の光源に対して、次の式が得られる。 ☆ 【0087】

☆ 【数10】

$$\delta x_2 = \frac{\alpha_4(P_{x1} - \delta x_{w2} + g) - \alpha_2(P_{z1} - \delta z_{w2})}{\alpha_1 \alpha_4 - \alpha_2 \alpha_3} \quad (12)$$

$$\delta z_2 = -\frac{\alpha_3(P_{x1} - \delta x_{w2} + g) - \alpha_1(P_{z1} - \delta z_{w2})}{\alpha_1 \alpha_4 - \alpha_2 \alpha_3} \quad (13)$$

【0088】(10)～(13)式は、設計パラメータ \* 【0089】  
を用いて、次の式のように表現することが出来る。 \* 【数11】

$$\delta_{x1} = [x_1(S_{w1} - z_1)A_{w1} + z_1(P_{x1} + g_i) - x_1P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}} \quad (14)$$

$$\delta_{z1} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2)S_{w1}\}A_{w1} + z_1(x_1^2 + z_1^2) + 3x_1 z_1(P_{x1} + g_i) + (z_1^2 - 2x_1^2)P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}} \quad (15)$$

但し、 $i=1$  or  $2$

$$A_{w1} = \frac{\{x_1^2 + z_1^2 - (\lambda_i / \lambda_0)^2 x_1^2\} z_0}{(\lambda_0 / \lambda_i - 1)(x_1^2 + z_1^2)^{3/2} + z_0 z_1^2} \quad (16)$$

$$S_{w1} = \sqrt{(\lambda_0 / \lambda_i)^2 (x_1^2 + z_1^2) - x_1^2} \quad (17)$$

$$\begin{pmatrix} g_1 = 0 \\ g_2 = g \end{pmatrix}$$

【0090】上記の式は、9通り(形態1～形態9)の \*  $P_{x1} = P_{z1} = 0$   
光学系設定の全てに適用することが出来る。 とできるので、

【0091】(形態1)

20 【0092】

$\lambda_1 = \lambda_0$

【数12】

$\delta_{x1} = \delta_{z1} = 0$

$$\delta_{x2} = [x_1(S_{w2} - z_1)A_{w2} + z_1g] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z2} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2)S_{w2}\}A_{w2} + z_1(x_1^2 + z_1^2 + 3x_1g)] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0093】(形態2)

★また、 $\delta_{x2} = 0$ と(14)式( $i=2$ )より、

$\lambda_1 = \lambda_0$  より、

【0094】

$A_{w1} = 1$

30 【数13】

$S_{w1} = z_1$

$$\star z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1} = -[x_1(S_{w2} - z_1)A_{w2} + z_1g]$$

また、 $\delta_{z2} = 0$ と(15)式( $i=2$ )より

$$3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2)P_{z1} = \{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2)S_{w2}\}A_{w2} - z_1(x_1^2 + z_1^2 + 3x_1g)$$

これらを、(14) (15)式( $i=1$ )に代入して、

$$\delta_{x1} = -[x_1(S_{w2} - z_1)A_{w2} + z_1g] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z1} = [\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2)S_{w2}\}A_{w2} - z_1(x_1^2 + z_1^2 + 3x_1g)] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0095】(形態3)

☆したがって、

$\lambda_1 = \lambda_0$  より、

【0096】

$A_{w1} = 1$

【数14】

$S_{w1} = z_1$

☆

25

26

$$\delta_{x1} = (z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1}) \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z1} = [3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

$$\delta_{x2} = [x_1 (S_{w2} - z_1) A_{w2} + z_1 (P_{x1} + g) - x_1 P_{z1}] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z2} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w2}\} A_{w2} + z_1 (x_1^2 + z_1^2) + 3x_1 z_1 (P_{x1} + g) + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0097】なお、 $P_{x1}$ 、 $P_{z1}$  は設計により任意に設定する。

\*  $\delta_{x1} = 0$  と (14) 式 ( $i=1$ ) より、

【0098】(形態4)

\* 【数15】

$$z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1} = -x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1}$$

また、 $\delta_{z1} = 0$  と (15) 式 ( $i=1$ ) より

$$3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1} = \{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} - z_1 (x_1^2 + z_1^2)$$

これらを、(14) (15) 式 ( $i=2$ ) に代入して、

$$\delta_{x2} = [-x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1} + z_1 g] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z2} = [\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} - z_1 (x_1^2 + z_1^2 - 3x_1 g)] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0100】(形態5)

※また、 $\delta_{x2} = 0$  と (14) 式 ( $i=2$ ) より、 $\lambda_1 = \lambda_0$  より、

【0101】

 $A_{w1} = 1$ 

【数16】

 $S_{w1} = z_1$ 

※

$$z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1} = -z_1 g$$

また、 $\delta_{z2} = 0$  と (15) 式 ( $i=2$ ) より

$$3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1} = -3x_1 z_1 g$$

これらを、(14) (15) 式 ( $i=1$ ) に代入して、

$$\delta_{x1} = [x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1} - z_1 g] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z1} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} + z_1 (x_1^2 + z_1^2 - 3x_1 g)] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0102】(形態6)

 $\lambda_1 = \lambda_0$  より、 $A_{w1} = 1$  $S_{w1} = z_1$ 

であるので、

【0103】

【数17】

$$\star \delta_{x1} = [x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1} + z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1}] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z1} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} + z_1 (x_1^2 + z_1^2) + 3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

$$\star \delta_{x2} = [z_1 (P_{x1} + g) - x_1 P_{z1}] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z2} = [3x_1 z_1 (P_{x1} + g) + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0104】(形態7)

\*【数18】

【0105】

$$z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1} = -x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1}$$

また、 $\delta_{z1}=0$ と(15)式( $i=1$ )より

$$3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1} = \{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} - z_1 (x_1^2 + z_1^2)$$

これらを、(14) (15) 式 ( $i=1$ )に代入して、

$$\delta_{x2} = [x_1 (S_{w2} - z_1) A_{w2} - x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1} + z_1 g] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z2} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w2}\} A_{w2} + \{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} + 3x_1 z_1 g] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0106】(形態8)

※【0107】

 $\delta_{x2} = 0$ と(14)式( $i=2$ )より、

※【数19】

$$z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1} = -x_1 (S_{w2} - z_1) A_{w2} - z_1 g$$

また、 $\delta_{z2}=0$ と(15)式( $i=2$ )より

$$3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1} = \{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w2}\} A_{w2} - z_1 (x_1^2 + z_1^2) - 3x_1 z_1 g$$

これらを、(14) (15) 式 ( $i=1$ )に代入して、

$$\delta_{x1} = [x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1} - x_1 (S_{w2} - z_1) A_{w2} - z_1 g] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z1} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} + \{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w2}\} A_{w2} - 3x_1 z_1 g] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0108】(形態9)

★【0109】

(14) (15) 式より、そのまま、

★30 【数20】

$$\delta_{x1} = [x_1 (S_{w1} - z_1) A_{w1} + z_1 P_{x1} - x_1 P_{z1}] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z1} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w1}\} A_{w1} + z_1 (x_1^2 + z_1^2) + 3x_1 z_1 P_{x1} + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

$$\delta_{x2} = [x_1 (S_{w2} - z_1) A_{w2} + z_1 (P_{x1} + g) - x_1 P_{z1}] \frac{z_0 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{3/2}}$$

$$\delta_{z2} = [-\{3x_1^2 z_1 + (z_1^2 - 2x_1^2) S_{w2}\} A_{w2} + z_1 (x_1^2 + z_1^2) + 3x_1 z_1 (P_{x1} + g) + (z_1^2 - 2x_1^2) P_{z1}] \frac{z_0^2 z_1}{(x_1^2 + z_1^2)^{5/2}}$$

【0110】となる。

【0111】なお、 $P_{x1}$ 、 $P_{z1}$ は設計により任意に設定する。【0112】以上、(形態1)～(形態9)の全ての場  
合において、

【0113】

【数21】

$$A_{w1} = \frac{\{x_1^2 + z_1^2 - (\lambda_1/\lambda_0)^2 x_1^2\} z_0}{(\lambda_0/\lambda_1 - 1)(x_1^2 + z_1^2)^{3/2} + z_0 z_1^2}$$

$$A_{w2} = \frac{\{x_1^2 + z_1^2 - (\lambda_2/\lambda_0)^2 x_1^2\} z_0}{(\lambda_0/\lambda_2 - 1)(x_1^2 + z_1^2)^{3/2} + z_0 z_1^2}$$

$$S_{w1} = \sqrt{(\lambda_0/\lambda_1)^2 (x_1^2 + z_1^2) - x_1^2}$$

$$S_{w2} = \sqrt{(\lambda_0/\lambda_2)^2 (x_1^2 + z_1^2) - x_1^2}$$

【0114】とする。

【0115】また、以上の形態では、光軸を一直線としたが、例えば、光源11、12と3ビーム用回折格子17との間、或いは、3ビーム用回折格子17とホログラム素子18との間に反射ミラーを設け、光源の光軸を異なる方向に偏向する光学系としてもよい。なお、このように反射ミラーを設けても光源の配置条件は、ミラーが無い場合を想定した条件として導き出せば良く、このような場合も本発明に当然に含まれるものである。

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、波長が互いに異なる光ビームの受光素子上のスポット位置を近づける、或いは一致させることによって一つの受光素子を用いることが可能となり、部品点数の減少および組立工数の削減によって光ピックアップの低コスト化を図ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の光ピックアップの概略断面図である。

【図2】本発明の波長の異なる2つの光源について回折光スポット位置の関係を示す説明図である。

【図3】本発明の光源配置設計法を示す説明図である。

【図4】本発明の二つの光源の配置位置と回折光スポット位置との関係を示す説明図である。

【図5】本発明の表2の具体的数値に基づく光源位置の

プロット図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態の光ピックアップの概略断面図である。

【図7】本発明の表3の具体的数値に基づく光源位置のプロット図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態の設計光源位置の態様を示す説明図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態の光源位置ずらしの態様を示す説明図である。

10 【図10】図8及び図9に対応させた光源の配置位置と回折光スポット位置との関係を示す説明図である。

【図11】2光源互換性ピックアップの概略断面図である。

【図12】LiNbO<sub>3</sub>結晶のプロトン交換前とプロトン交換後の屈折率分布を示す模式図である。

【図13】同図(a)は偏波方向依存格子レンズの平面図、同図(b)はその断面図である。

【図14】従来の単一光源互換性光ピックアップの概略断面図である。

20 【符号の説明】

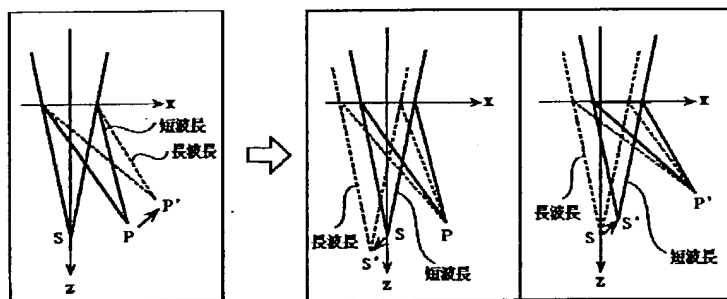
- 11 第1の光源
- 12 第2の光源
- 13 偏波方向依存格子レンズ
- 14 対物レンズ
- 15 光ディスク
- 16 光ディスク
- 17 3ビーム用回折格子
- 18 ホログラム素子(回折素子)
- 20 受光素子
- 20a 受光部セット
- 21 受光素子
- 21a 受光部セット
- 21b 受光部セット

【図2】

(a) 短波長に対してホログラム素子を設計

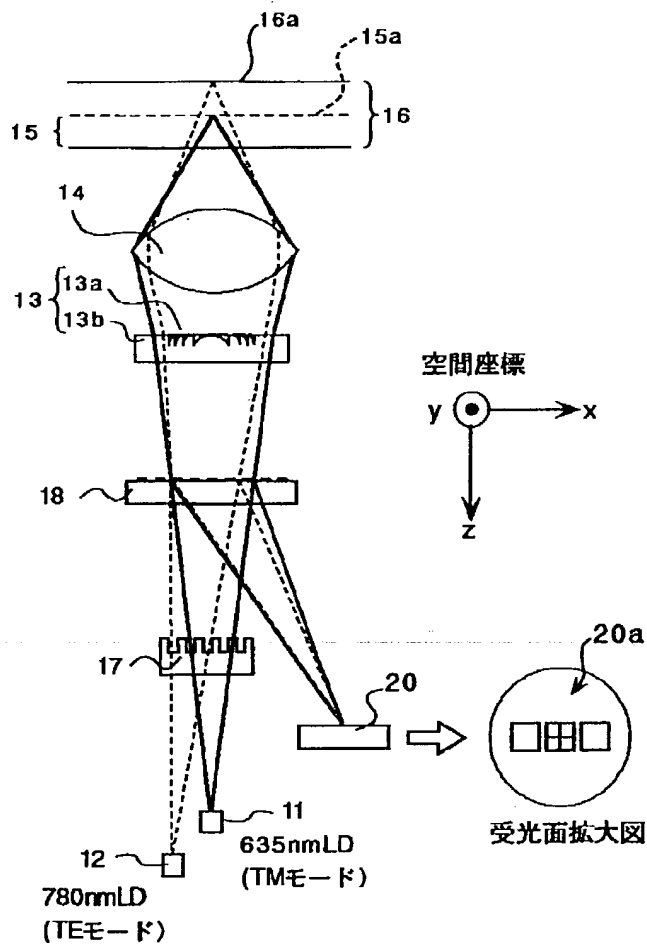
(b) 長波長光源を移動

(c) 短波長光源を移動

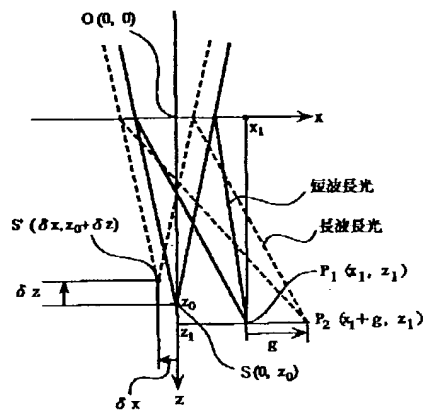




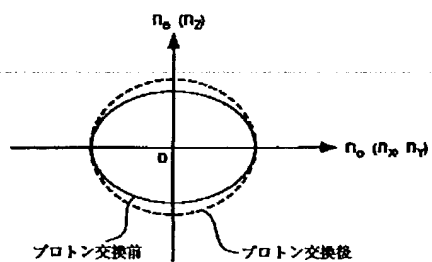
【図1】



【図4】

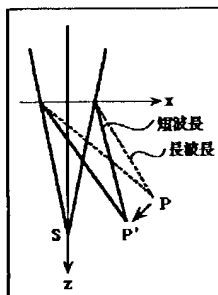


【図12】

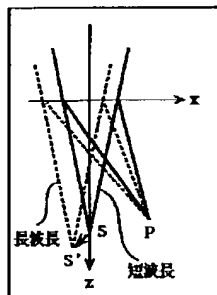


【図3】

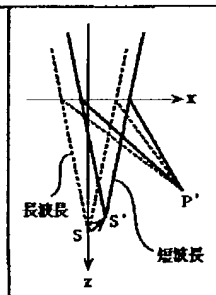
(a) 長波長に対してホログラム素子を設計



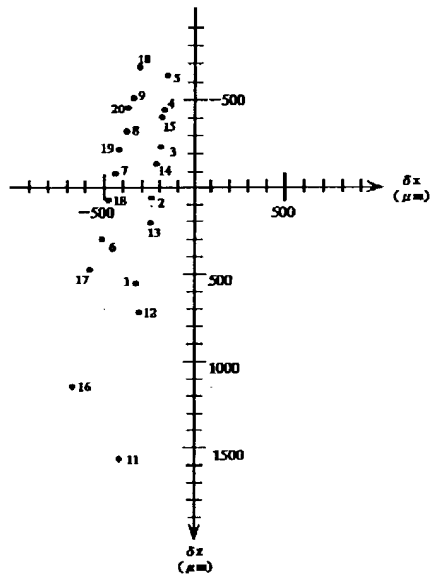
(b) 長波長光源を移動



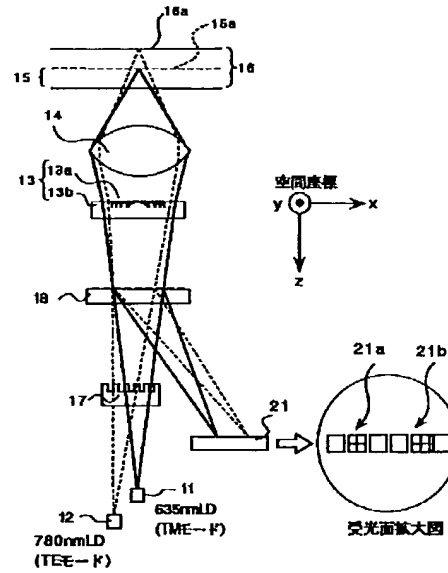
(c) 短波長光源を移動



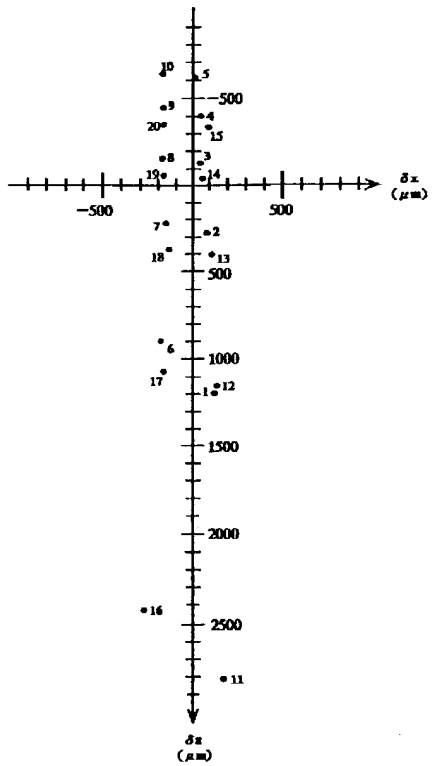
【図5】



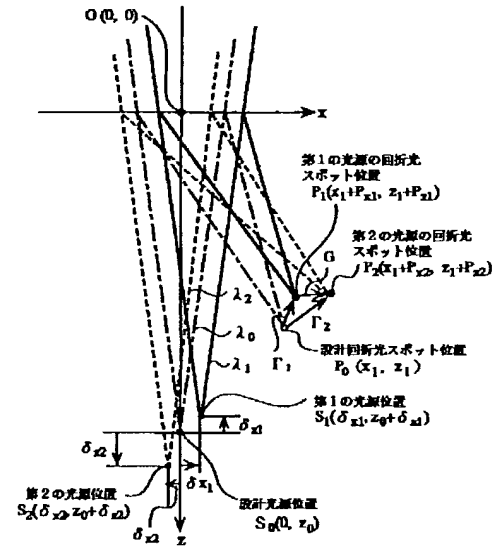
【図6】



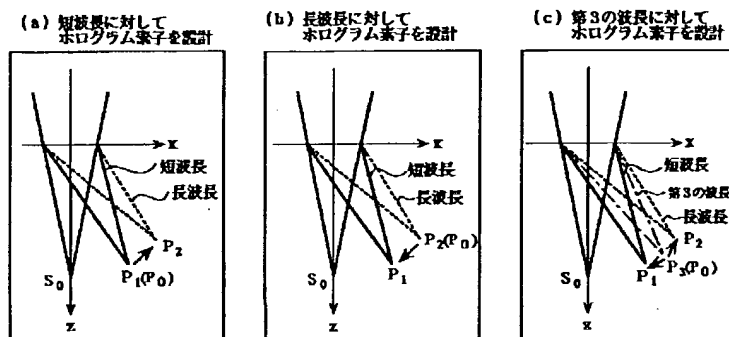
【図7】



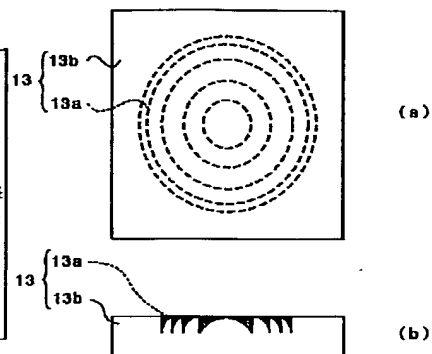
【図10】



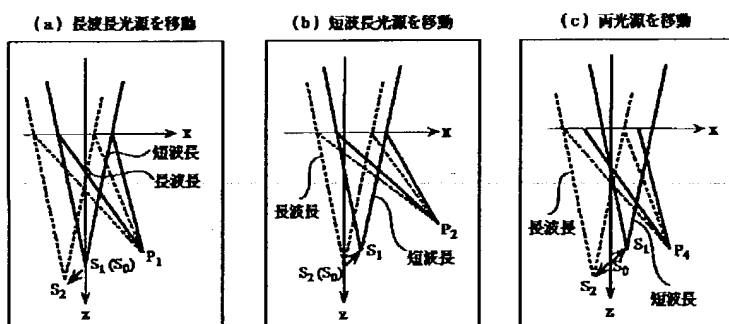
【図8】



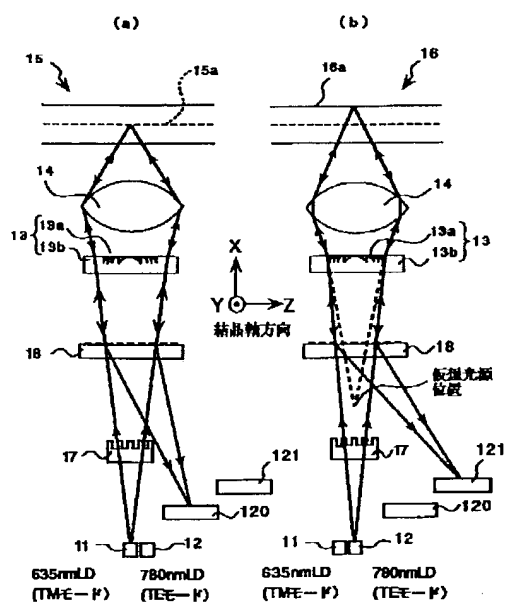
【図13】



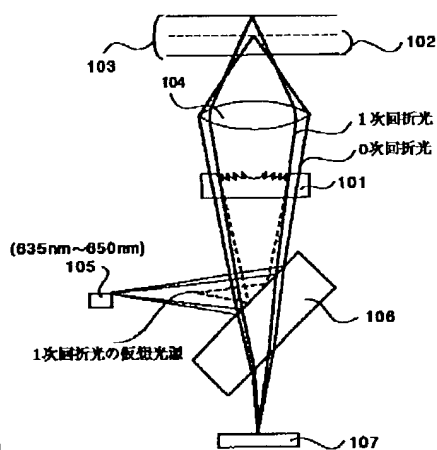
【図9】



【図11】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 茨木 晃

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 吉年 慶一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内